

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3729414 A1**

⑤1 Int. Cl. 4:
F16C 33/06

⑳ Aktenzeichen: P 37 29 414.8
㉔ Anmeldetag: 3. 9. 87
㉕ Offenlegungstag: 16. 3. 89

DE 3729414 A1

⑦1 Anmelder:
Glyco-Metall-Werke Daelen & Loos GmbH, 6200
Wiesbaden, DE

⑦4 Vertreter:
Seids, H., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 6200 Wiesbaden

⑦2 Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

⑤4 Schichtwerkstoff für Gleitlagerelemente mit Antifriktionsschicht aus einem Lagerwerkstoff auf Aluminium-Basis

Bei einem Schichtwerkstoff für Gleitlagerelemente, der auf einer metallischen Stützschiicht eine Antifriktionsschicht aus einer nahezu homogenen Aluminiumlegierung aufweist, die in dem Aluminium mit den üblichen zulässigen Verunreinigungen Zusätze aus 1% bis 3% Massenanteilen Nickel, 0,5% bis 2,5% Massenanteilen Mangan und 0 bis 2% Massenanteilen Blei enthält, wird noch ein Wismut-Zusatz zwischen 0,8% bis 1,4% Massenanteilen in der Aluminiumlegierung vorgesehen. Durch diesen Wismut-Zusatz wird die Zerspanbarkeit der Aluminiumlegierung verbessert. Außerdem bietet die Wismut-Zugabe eine Erhöhung der Gleitfähigkeit und Verbesserung der Notlaufeigenschaften der Aluminiumlegierung, wobei die letzteren Vorteile die Wismut-Zugabe zur Aluminiumlegierung dann rechtfertigen, wenn die Aluminiumlegierung in solcher Weise aufgebracht wird, die eine spanende Oberflächenbearbeitung der Antifriktionsschicht nicht erforderlich macht. Als weitere wesentliche Verbesserung kommt eine zusätzliche Kupfer-Zugabe zwischen 0,02% und 1,5% Massenanteilen zur Aluminiumlegierung in Betracht. Durch diese Kupfer-Zugabe werden die Härte, die Zugfestigkeit und die Dauerfestigkeit der aus Aluminiumlegierung gebildeten Antifriktionsschicht gesteigert, wobei gute Dehnungswerte beibehalten bleiben. Die in der Antifriktionsschicht vorhandenen Hartteilchen sollen wie bei einer bekannten Antifriktionsschicht aus Aluminium-Nickel-Mangan-Legierung im wesentlichen Teilchengröße $\leq 5 \mu\text{m}$ aufweisen....

DE 3729414 A1

Patentansprüche

1. Schichtwerkstoff für Gleitlagerelemente, z.B. Radialgleitlager bzw. Axialgleitlager, bestehend aus einer metallischen Stützschi-
 5 chicht und einer auf der Stützschi-
 chicht angebrachten Antifrik-
 tionsschi-
 chicht aus Lagerwerkstoff auf Aluminium-Basis, ggf. versehen mit einer aufgetragenen Bindungsschi-
 10 chicht und Anpassungsschi-
 chicht, wobei der Lagerwerkstoff eine nahezu homogene Aluminiumlegierung ist, die in dem Aluminium mit den üblichen zulässigen Verun-
 15 reinigungen 1 bis 3%, vorzugsweise 1,5 bis 2,5%, Massenanteile Nickel, 0,5 bis 2,5%, vorzugsweise 1 bis 2%, Massenanteile Mangan und 0 bis 2% Mas-
 20 senanteile Blei enthält und Hartteilchen aus Nickel und Mangan bzw. nickelhaltige und/oder mangan-
 haltige Hartteilchen aufweisen kann, deren Teil-
 chengröße im wesentlichen $\leq 5 \mu\text{m}$ beträgt, da-
 durch gekennzeichnet, daß die den Lagerwerk-
 25 stoff bildende Aluminiumlegierung einen Wismut-
 zusatz zwischen 0,1% und 2%, vorzugsweise zwi-
 schen 0,8% und 1,4%, Massenanteilen enthält.
2. Schichtwerkstoff nach Anspruch 1, dadurch ge-
 30 kennzeichnet, daß die den Lagerwerkstoff bildende Aluminiumlegierung als weiteren Zusatz Kupfer in
 35 Massenanteilen zwischen 0,02% und 1,5%, vor-
 zugsweise zwischen 0,3% und 0,8%, enthält.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Schichtwerkstoff für
 Gleitlagerelemente, z.B. Radialgleitlager bzw. Axial-
 gleitlager, bestehen aus einer metallischen Stützschi-
 35 chicht und einer auf der Stützschi-
 chicht angebrachten Antifrik-
 tionsschi-
 chicht aus Lagerwerkstoff auf Aluminium-Basis,
 gegebenenfalls versehen mit einer aufgetragenen Bin-
 40 dungsschi-
 chicht und Anpassungsschi-
 chicht, wobei der Lager-
 werkstoff eine nahezu homogene Aluminiumlegierung
 ist, die in dem Aluminium mit den üblichen Verunrei-
 45 nigungen, 1 bis 3%, vorzugsweise 1,5 bis 2,5%, Massen-
 anteile Nickel, 0,5 bis 2,5%, vorzugsweise 1 bis 2%, Mas-
 senanteile Mangan und 0 bis 2% Massenanteile Blei
 enthält und Hartteilchen aus Nickel und Mangan bzw.
 nickelhaltige und/oder manganhaltige Hartteilchen auf-
 50 weisen kann, deren Teilchengröße im wesentlichen ≤ 5
 μm beträgt.

Ein aus DE-PS 35 19 452 bekannter Schichtwerkstoff
 dieser Art weist zwar hervorragende Lagerwerkstoffei-
 55 genschaften auf verbunden mit erhöhter dynamischer
 Belastbarkeit der aus solchem Lagerwerkstoff herge-
 stellten Antifrikionsschi-
 chicht. Jedoch hat sich in der Pra-
 xis herausgestellt, daß sich die Herstellung bzw. Verar-
 60 beitung dieses bekannten Schichtwerkstoffs gewisse
 Schwierigkeiten bei der spanenden Oberflächenbear-
 beitung verursacht, beispielsweise durch Neigung zu
 Aufbauschneiden.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, den eingangs ge-
 nannten Schichtwerkstoff für Gleitlagerelemente hin-
 sichtlich seiner Herstellbarkeit und Verarbeitbarkeit
 mit spanender Oberflächenbearbeitung wesentlich zu
 65 verbessern und dabei auch die Gleiteigenschaften, ins-
 besondere die Notlaufeigenschaften des für die Anti-
 friktionsschi-
 chicht vorgesehenen Lagerwerkstoffs zu ver-
 bessern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst,
 70 daß die den Lagerwerkstoff bildende Aluminiumlegie-
 rung einen Wismutzusatz zwischen 0,1% und 2% Mas-
 senanteile, vorzugsweise zwischen 0,8% und 1,4% Mas-

senanteile enthält.

Durch die Erfindung werden die vorteilhaften Eigen-
 schaften des bekannten Schichtwerkstoffs dieser Art, in
 Bezug auf Dauerfestigkeit, Anpassungsfähigkeit und
 5 insbesondere Temperaturbeständigkeit der Antifrik-
 tionsschi-
 chicht in vollem Umfang beibehalten. Darüberhin-
 aus erhält durch die Erfindung die Antifrikionsschi-
 chicht noch erhöhte Gleitfähigkeit und wesentlich verbesserte
 Notlaufeigenschaften. Vor allem wird aber erfindungs-
 10 gemäß die Zerspanbarkeit der Lagerlegierung auf Alu-
 minium-Basis mit Nickel und Mangan-
 gehalt wesentlich
 verbessert. Bei spanender Oberflächenbearbeitung er-
 geben sich kurze Späne, was bei Automatenwerkstoffen
 Grundbedingung ist. Zudem wird die Bildung von Auf-
 15 bauschneiden verhindert.

Es ist zwar gemäß DE-PS 35 19 452 bereits in Be-
 tracht gezogen worden, die Zerspanbarkeit bei Anwen-
 dung niedriger Schnittgeschwindigkeiten durch geringe
 Bleizusätze zur Legierung zu verbessern. Jedoch haben
 20 diese Bleizusätze die Forderung offengelassen, die Zer-
 spanbarkeit noch weiterhin zu verbessern.

Wie bei dem aus DE-PS 35 19 452 bekannten Schicht-
 werkstoff können — sofern der die Antifrikionsschi-
 chicht bildende Lagerwerkstoff nicht vollständig homogen ist
 — Hartteilchen aus Nickel und Mangan oder nickelhal-
 25 tige und manganhaltige Hartteilchen zugelassen wer-
 den, die im wesentlichen Teilchengröße $\leq 5 \mu\text{m}$ aufwei-
 sen, wobei weniger als 5, bevorzugt höchstens 1 Teil-
 chen mit Teilchengröße $\leq 5 \mu\text{m}$ in einem Volumenele-
 30 ment eines Würfels von 0,1 mm Kantenlänge vorhanden
 sein soll.

In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der
 Erfindung kann die den Lagerwerkstoff bildende Alumi-
 35 niumlegierung als weiteren Zusatz Kupfer in Massen-
 anteilen zwischen 0,02% und 1,5%, vorzugsweise zwischen
 0,3% und 0,8% enthalten. Durch diesen Kupferzusatz
 wird die bei dem bekannten Lagerwerkstoff auf Alumi-
 nium-Basis mit Nickel- und Manganzusatz vorhandene
 40 Mischkristallverfestigung noch dadurch verbessert, daß
 auch ternäre und quaternäre Phasen bzw. Mischkristal-
 larten auftreten, die durch ihre Härte eine Steigerung
 der Festigkeitswerte der Al-Matrix bewirken. Als weite-
 ren Vorteil bietet die AlNiMnBiCu-Legierung die Mög-
 45 lichkeit, durch die Wahl entsprechender Wärmebehand-
 lungstemperaturen bzw. Wärmebehandlungszyklen im
 Laufe ihrer Verarbeitung die Höhe der Festigkeitswerte
 nach Wahl und Erfordernis jedes Einsatzfalles gezielt zu
 steuern. Diese Steuerungsmöglichkeit beruht — soweit
 50 erkennbar — wahrscheinlich auf der Steuerung der
 Mischkristallübersättigung sowie der Größe und Men-
 ge der Ausscheidungen. Der Cu-Zusatz beeinträchtigt
 nicht die mit dem Bi-Zusatz erreichten Vorteile wie Ver-
 besserungen der Zerspanbarkeit, erhöhte Gleitfähigkeit
 und verbesserte Notlaufeigenschaften. Vielmehr ergibt
 sich noch eine weitere Stabilisierung dieser Eigenschaf-
 55 ten.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im fol-
 genden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zei-
 60 gen:

Fig. 1 ein Balkendiagramm für die dynamische Belast-
 barkeit;

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung des erfin-
 65 dungsgemäßen Schichtwerkstoffs in Form einer Gleitla-
 gerhälfte;

Fig. 3 einen Teilschnitt entsprechend III-III der Fig. 2;
 und

Fig. 4 einen Teilschnitt nach III-III der Fig. 2 in abge-
 wandelter Ausführung.

Bei dem in Fig. 1 gezeigten Balkendiagramm handelt es sich um die Darstellung der dynamischen Belastbarkeit von Schichtwerkstoff mit Antifriktionsschicht auf Aluminium-Basis bezogen auf 200 Stunden. Die dynamische Belastbarkeit ist dabei zu ermitteln aus Restlastkurven von Underwood-Versuchen bei 150°C. Die in Vergleich gesetzten Schichtwerkstoffe hatten einen Stützwerkstoff aus Stahl und eine Antifriktionsschicht, die durch Aufplattieren eines Blechs aus gegossener Aluminium-Legierung ggf. unter Zwischenlage einer Folie aus Reinaluminium auf die Stützschicht aufgebracht war.

Die im Balkendiagramm der Fig. 1 in Vergleich gesetzten Schichtwerkstoffe sind wie folgt:

A: Stahl/AlNi2Mn1Bi1, ohne Bindungsschicht und Anpassungsschicht.

A1: Stahl/AlNi2Mn1Bi1 mit 0,5% Massenanteilen Cu, ohne Bindungsschicht und Anpassungsschicht.

B: Stahl/AlSn6, herkömmlich, ohne Bindungsschicht und Anpassungsschicht.

C: Stahl/AlSn20, herkömmlich, ohne Bindungsschicht und Anpassungsschicht.

D: Stahl/AlNi2Mn1Bi1/Ni/PbSn10Cu2 (galv.) mit Ni-Bindungsschicht und PbSn10Cu2-Anpassungsschicht, beide galvanisch aufgebracht.

D1: Stahl/AlNi2Mn1Bi1Cu0,5/Ni/PbSn10Cu2 (galv.), Ni-Bindungsschicht und PbSn10Cu2-Anpassungsschicht, beide galvanisch aufgebracht.

E: Stahl/AlSn6/Ni/PbSn10Cu2 (galv.), herkömmlich, mit Ni-Bindungsschicht und PbSn10Cu2-Anpassungsschicht, beide galvanisch aufgebracht.

F: Stahl/AlZn5/Ni/PbSn10Cu2 (galv.), bekannter hochfester Al-Lagerwerkstoff, mit Ni-Bindungsschicht und PbSn10Cu2-Anpassungsschicht, beide galvanisch aufgebracht.

Wie das Balkendiagramm zeigt, läßt sich mit einem Schichtwerkstoff mit Stützschicht aus Stahl und Antifriktionsschicht aus AlNi2Mn1Bi1 eine dynamische Belastbarkeit von oberhalb 60 N/mm² erreichen, bevor Risse in der Aluminiumschicht feststellbar sind. Eine solche Antifriktionsschicht aus AlNi2Mn1Bi1 ist hervorragend spanend bearbeitbar und zeichnet sich durch erhöhte Gleitfähigkeit und gegenüber bekannten Antifriktionsschichten wesentlich verbesserten Notlaufeigenschaften aus. Wie bei A1 im Balkendiagramm gezeigt, läßt sich eine solche Antifriktionsschicht durch einen Kupferzusatz von 0,5% Massenanteilen noch dahingehend verbessern, daß eine dynamische Belastbarkeit von etwa 65 N/mm² erreicht wird, bevor Risse in der Aluminiumschicht feststellbar sind.

Wie aus dem Teil D des Blockdiagramms ersichtlich, kann durch Anbringen einer Nickel-Bindungsschicht und einer PbSn10Cu2-Anpassungsschicht auf der Antifriktionsschicht eine dynamische Belastung von Gleitlagern noch in den Bereich der normalerweise auftretenden Gleitschichtermüdung erhöht werden, bis auf etwa 75 N/mm², bis Ermüdungsriss in der Aluminiumschicht feststellbar sind. Auch im Fall des Schichtwerkstoffes, auf den sich der Teil D des Balkendiagramms bezieht, läßt sich noch eine Erhöhung der Ermüdungsfestigkeit erreichen, und zwar durch die Zugabe von 0,5% Massenanteilen Cu zu der AlNi2Mn1Bi1-Legierung. Wie der Teil D1 des Balkendiagramms erkennen läßt, kann man auf diese Weise dynamische Belastbarkeit des Schichtwerkstoffes bis zu 80 N/mm² erreichen, bevor Ermüdungsriss in der Aluminiumschicht feststellbar sind.

Dabei zeichnen sich die den Teilen D und D1 des Blockdiagramms entsprechenden Schichtwerkstoffe zusätzlich durch wesentlich verbesserte Zerspanbarkeit des die Antifriktionsschicht bildenden Lagerwerkstoffs sowie erhöhte Gleitfähigkeit und verbesserte Notlaufeigenschaften aus. Solche verbesserten Eigenschaften und Werte für dynamische Belastbarkeit lassen sich mit den herkömmlichen, für mittlere Belastbarkeit vorgesehenen Gleitlagerwerkstoffen auf Aluminium-Basis nicht erreichen, wie dies die Beispiele B, C und E für AlSn6 und AlSn20 mit oder ohne Anpassungsschicht zeigen. Die dynamische Belastbarkeit von Gleitlagern mit Antifriktionsschicht aus gegossener AlNi2Mn1Bi1-Lagerlegierung kommt bereits an die Größenordnung heran, wie sie bisher nur bei hochfesten Aluminium-Lagerwerkstoffen bekannt ist, beispielsweise dem in Beispiel F wiedergegebenen Lagerwerkstoff mit Antifriktionsschicht aus gegossener AlZn5-Legierung. Die dynamische Belastbarkeit von Gleitlagern mit Antifriktionsschicht aus gegossener AlNi2Mn1Bi1-Lagerlegierung mit Kupferzusatz zwischen 0,02% und 1,5% Massenanteilen läßt bereits diese Größenordnung erreichen. Dabei liegt der ermüdungsfreie Lauf bei einer Antifriktionsschicht aus AlNi2Mn1Bi1-Lagerlegierung mit 0,5% Massenanteilen Kupfer noch oberhalb des ermüdungsfreien Laufes einer Antifriktionsschicht aus gegossener AlZn5-Legierung, wenn bei beiden Antifriktionsschichten gleiche Anpassungsschicht vorgesehen wird. Dabei kann die bekannte gegossene AlZn5-Legierung nicht ohne die Anpassungsschicht eingesetzt werden und weist hinsichtlich anderer Lagerwerkstoff-Eigenschaften, wie Beständigkeit gegen Festfressen, Verschleißfestigkeit usw. wesentlich ungünstigere Eigenschaften auf als diejenigen, die für die Lagerlegierungen auf Aluminium-Basis mit angegebenen geringen Zusätzen an Mangan, Nickel und Wismut sowie ggf. Kupfer gefunden wurden.

Die Fig. 2 bis 4 zeigen die Anwendung des Schichtwerkstoffes für Lagerschalen, d.h. aus zwei Gleitlagerhälften zusammengesetzte Gleitlager.

Bei dem in Fig. 3 wiedergegebenen Gleitlager ist ein metallischer Stützkörper 1 aus Stahl vorgesehen. Auf diesen Stützkörper 1 ist eine Antifriktionsschicht 2 in der Dicke von 0,2 mm bis 0,5 mm aus AlNi2Mn1Bi1 durch Walzplattieren direkt aufgebracht. Diese Antifriktionsschicht 2 ist durch elektrochemisches Plattieren, d.h. auf galvanischem Wege, mit einer dünnen Nickelschicht 3 belegt, die eine Dicke von 0,001 bis 0,002 mm aufweisen kann. Über diese Bindungsschicht 3 aus Nickel ist auf galvanischem Wege eine Anpassungsschicht 4 aus Weißmetall-Lagerlegierung der Zusammensetzung PbSn10Cu2 in einer Dicke von 0,05 bis 0,1 mm aufgebracht. Die Gesamtheit des Schichtwerkstoffes ist von einer vorzugsweise galvanisch aufgetragenen Korrosionsschutzschicht 5 aus Zinn oder Zinn-Blei-Legierung umgeben. Es handelt sich hierbei um einen dünnen Flash, der auf der Oberfläche der Anpassungsschicht 4 kaum in Erscheinung tritt, aber insbesondere im Bereich der Stützschicht 1 einen wirksamen Korrosionsschutz bietet.

Im Beispiel der Fig. 4 ist die metallische Stützschicht 1 selbst als Schichtwerkstoff ausgebildet, und zwar mit einer Stahlschicht 7 und einer Zwischenschicht 8 mit Notlaufeigenschaften, beispielsweise aus Bleibronze oder Zinnbronze. Beispielsweise könnte auch eine Zwischenschicht 8 aus AlZn5 benutzt werden. Auf diese Zwischenschicht 8 ist eine dünne Nickelschicht 9 (0,001 mm bis 0,002 mm Dicke) durch Kathodenzerstäubung

als Diffusionssperre aufgebracht. Über diese Nickelschicht 9 ist durch Kathodenzerstäubung, vorzugsweise Hochleistungs-Kathodenzerstäubung, unter Anwendung von Magnetfeldern die Antifriktionsschicht 6 aus Aluminium-Nickel-Mangan-Wismut-Kupfer-Legierung mit 2,5% Massenanteilen Nickel, 2% Massenanteilen Mangan, 1,2% Massenanteilen Wismut und 0,5% Massenanteilen Kupfer, Rest Aluminium aufgebracht. Wenngleich diese Antifriktionsschicht 6 keiner mechanischen Oberflächenbearbeitung bedarf, also eine verbesserte Zerspanbarkeit des Lagerwerkstoffes nicht in Betracht zu ziehen ist, kommt in diesem Fall der Antifriktionsschicht die durch die Wismutzugabe erzielte Erhöhung der Gleitfähigkeit und Verbesserung der Notlaufeigenschaften zugute.

Die Antifriktionsschicht 6 ist in diesem Beispiel wiederum überdeckt mit einer dünnen (0,001 mm bis 0,002 mm dicken), durch Kathodenzerstäubung aufgetragenen Bindungsschicht 3, auf der wiederum eine Einlaufschicht oder Anpassungsschicht 4 aus Weißmetall-Lagerlegierung in einer Dicke von etwa 0,02 mm bis 0,03 mm durch Kathodenzerstäubung aufgebracht ist. Für das Aufbringen dieser Schichten kommen Kathodenzerstäubungs-Beschichtungsmethoden in Betracht, wie sie beispielsweise aus dem Aufsatz von Hartmut Frey "Kathodenzerstäuben, Beschichtungsmethode mit Zukunft", VDI-Zeitung 123 (1981), Nr. 12, Seiten 519 bis 525 bekannt sind. Anstelle der Benutzung von Kathodenzerstäubungs-Beschichtungsmethoden könnten die Antifriktionsschicht, die Bindungsschicht und die Anpassungsschicht sowie vorgesehene Diffusionssperrschichten auch durch Vakuumbedampfen oder auf galvanischem Wege aufgebracht werden.

35

40

45

50

55

60

65

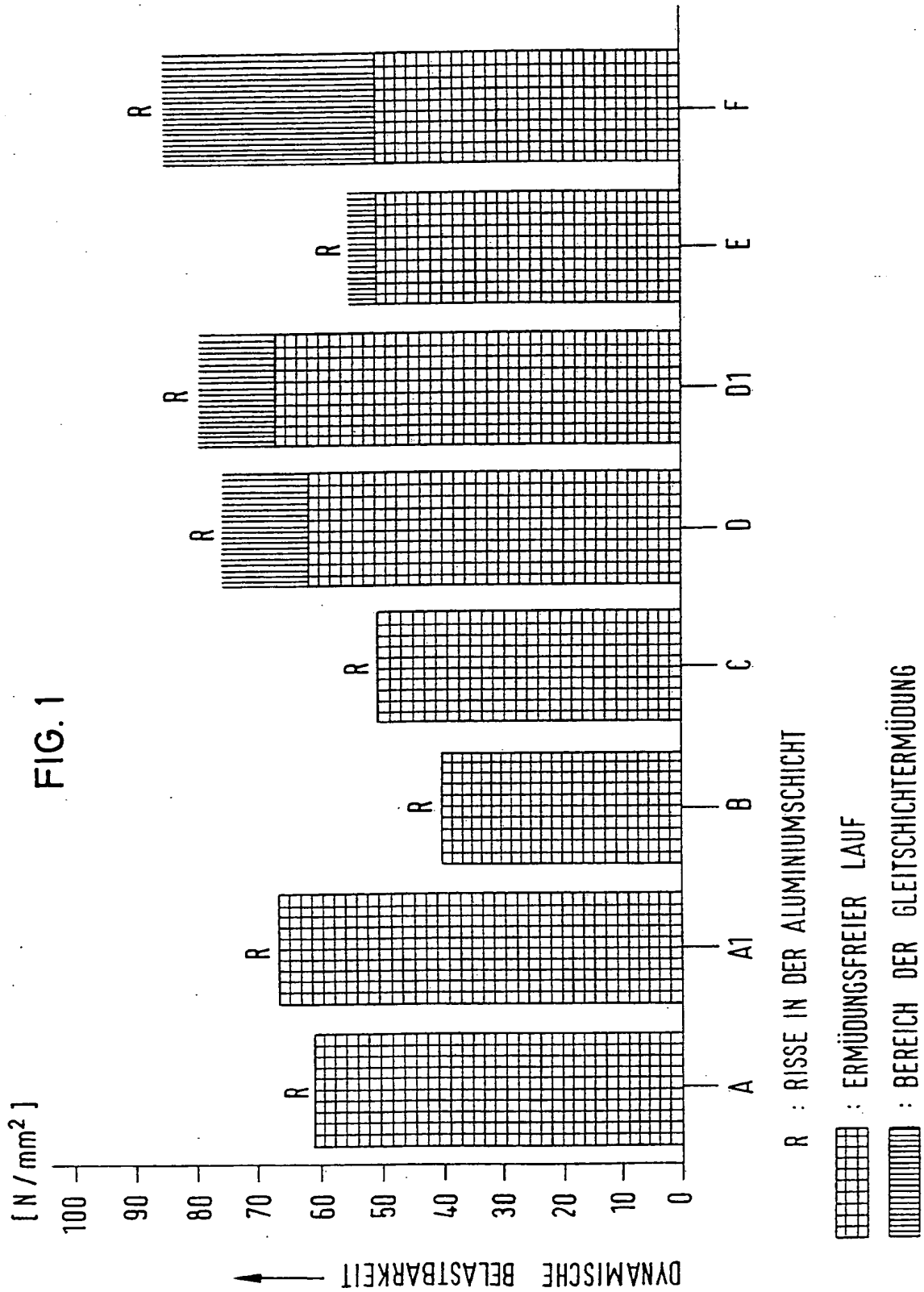
3729414

1/2

Nummer:
Int. Cl.4:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

37 29 414
F 16 C 33/06
3. September 1987
16. März 1989

J:17
71



ORIGINAL INSPECTED

908 811/166

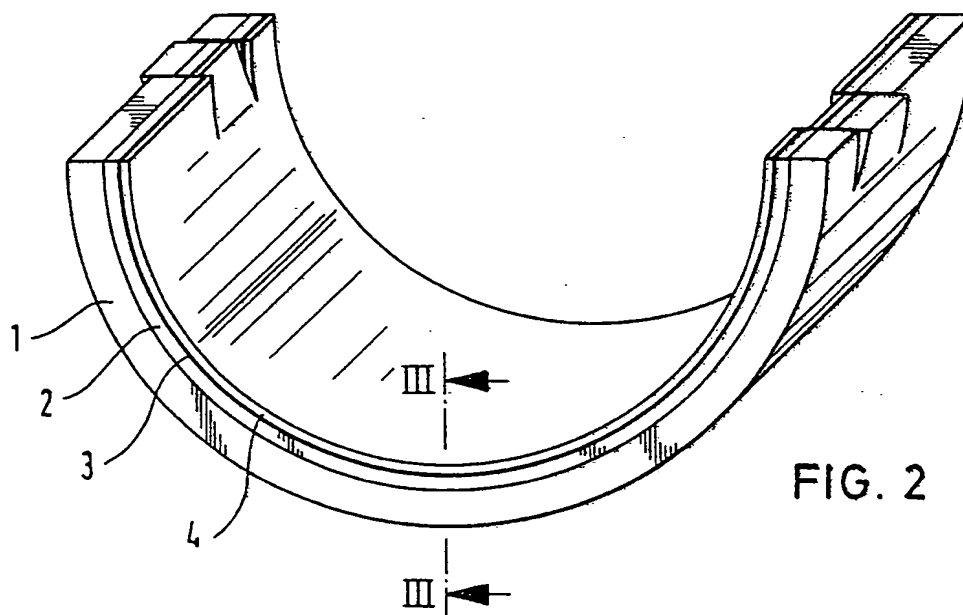


FIG. 2

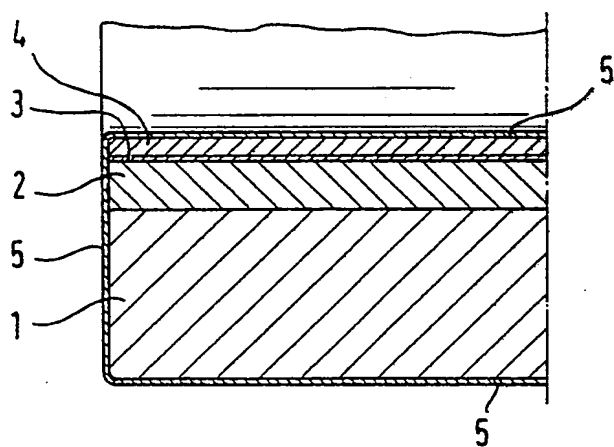


FIG. 3

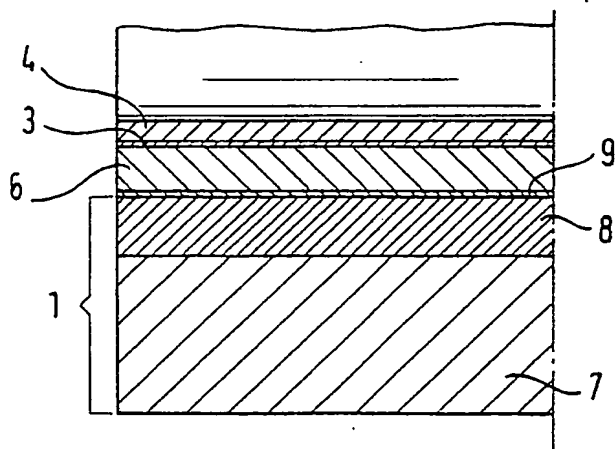


FIG. 4